

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 9 月 19 日 (19.09.2002)

PCT

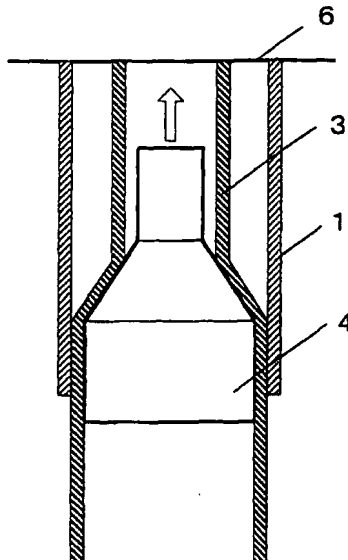
(10) 国際公開番号
WO 02/073001 A1

- (51) 国際特許分類: E21B 43/10, 7/20, B21B 39/20, C22C 38/00, 38/28
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/02261
- (22) 国際出願日: 2002 年 3 月 11 日 (11.03.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2001-066141 2001 年 3 月 9 日 (09.03.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友金属工業株式会社 (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市中央区 北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 荒井 勇次 (ARAI, Yuji) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市中央区 北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 近藤 邦夫 (KONDO, Kunio) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市中央区 北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 天谷 尚 (AMAYA, Hisashi) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市中央区 北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 山根 明仁 (YAMANE, Akihito) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市中央区 北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 穂上 照忠, 外 (HONOUE, Terutada et al.); 〒660-0892 兵庫県 尼崎市 東難波町五丁目 1 7 番 2 3 号 住友生命尼崎ビル 穂上特許事務所 Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CA, CN, MX, NO, US.

[続葉有]

(54) Title: STEEL PIPE FOR USE AS EMBEDDED EXPANDED PIPE, AND METHOD OF EMBEDDING OIL-WELL STEEL PIPE

(54) 発明の名称: 埋設拡張用鋼管および油井用鋼管の埋設方法



(57) Abstract: (1) A steel pipe to be expanded in a state in which it is inserted in a well, such as an oil well, characterized in that the wall thickness eccentricity EO(%) prior to pipe expansion satisfies the following formula 1: $EO \leq 30 / (1 + 0.018 \alpha) \dots 1$ where α is the pipe expansion percentage (%) calculated from the following formula 2. $\alpha = [(\text{inner diameter of pipe subsequent to pipe expansion} - \text{inner diameter of pipe prior to pipe expansion}) / \text{inner diameter of pipe prior to pipe expansion}] \times 100$

[続葉有]



WO 02/073001 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

/ inner diameter of pipe prior to pipe expansion] x 100 ...2. (2) A steel pipe to be expanded in a state in which it is inserted in a well, characterized in that the wall thickness eccentricity is not more than 10%. If a pipe embedding and expanding method is embodied using the steel pipe described in (1) or (2) above, the expanded steel pipe is prevented from having its crushing strength decreased, and the bending of the steel pipe is reduced.

(57) 要約:

(1)油田等の抗井内に挿入された状態で拡管される鋼管であって、拡管前の偏肉率 $E0(\%)$ が下記の①式を満たすことを特徴とする鋼管。

$$E0 \leq 30 / (1 + 0.018 \alpha) \quad \dots \textcircled{1}$$

ただし、 α は下記の②式で算出される拡管率(%)である。

$$\alpha = [(\text{拡管後の管の内径} - \text{拡管前の管の内径}) / \text{拡管前の管の内径}] \times 100 \quad \dots \textcircled{2}$$

(2)抗井内に挿入された状態で拡管される鋼管であって、偏芯偏肉率が10%以下であることを特徴とする鋼管。

上記(1)または(2)の鋼管を使用して埋設拡管法を実施すれば、拡管した鋼管の圧潰強度の低下が防止され、また、鋼管の曲がりが小さくなる。

明 細 書

埋設拡張用鋼管および油井用鋼管の埋設方法

5 技術分野

本発明は、油井戸またはガス井戸（以下、これらを総称して単に油井という）内に埋設される鋼管、およびその鋼管を油井管として埋設する方法に関する。

10 技術背景

油井管を地表から地下の油田まで埋設する場合、先ず掘削して所定の深さの抗井を設けてその中にケーシングと呼ばれる油井管を埋設し、抗井の壁の崩落を防止する。その後、ケーシングの先端からさらに地下を掘削してより深い抗井として、先に埋設したケーシング内を通して新たなケーシングが埋設される。このような作業を繰り返して最終的に油田に到達する油井管（チュービング）が埋設される。

図 1 は、従来の油井管の埋設方法を説明するための図である。従来、油井管を埋設するには、図 1 に示すように先ずケーシング 1a の直径より大径の抗井を地表 6 から深さ H1 まで掘削し、ケーシング 1a を埋設し、次いでケーシング 1a の先端部の地下を深さ H2 まで掘削してケーシング 1b を埋設する。このようにして、ケーシング 1c、1d を埋設し、最後に油やガスを通す油井管（チュービング）2 を埋設する。

この場合、油やガスを通す油井管 2 の径が定められているので、油井の深さに比例して直径の異なる多種類のケーシングが必要になる。それは、先に埋設されたケーシングの後に埋設される同心円状のケーシングを挿入する際、鋼管の曲がり等の形状不良を考慮し、先に埋設したケーシングの内径と次に埋設するケーシングの外径との間にある

程度のクリアランス C が必要になるからである。従って、深い井戸を掘削して油井管を埋設するには、抗井の径方向における掘削面積を広くしなければならず、掘削に要する費用が嵩むことになる。

近年、油井の掘削費を低減するために、油井管を地中に埋設した後、
5 その内径を一様に拡大させる拡管方法が提案されている（特表平
7-507610 号公報）。また、W098/00626 号国際公開公報には、ネッキング
や延性破壊を起こすことなく歪硬化を生ずる可鍛性の鋼種からなる鋼
管を、先に埋設されたケーシング内に挿入し、非金属材料からなるテ
ーパ面を有するマンドレルを用いてケーシングを拡管する方法が開示
10 されている。

図 2 は、拡管による埋設方法を説明するための図である。この埋設
方法では、図 2 に示すように、掘削した抗井に鋼管 1 を埋設し、次い
で鋼管 1 の先端を掘削して抗井を深くし、埋設した鋼管 1 内に鋼管 3
を挿入する。次いで鋼管 3 内に挿入した工具 4 を、例えば鋼管 3 の下
15 部からの油圧により上昇せしめて拡管する。この作業を順次繰り返し、
最終的に油やガスを汲み上げる鋼管（チュービング）2 が埋設される。

図 3 は、拡管法によりチュービング 2 が埋設された状態を示す図で
ある。この拡管埋設方法を採用することにより、図 3 に示すように、
鋼管同士のクリアランスを埋設後に小さくすることができるので掘削
20 面積を少なくすることができ、掘削費を大幅に縮減できる。

しかし、上記の拡管法には下記のような問題点がある。一つは、埋
設して拡管された鋼管は、地中の外圧に対する耐コラプス性能、すな
わち圧潰強度が著しく低下するということである。もう一つは、拡管
した鋼管に曲がりが生じることである。

25 鋼管には偏肉がほぼ不可避免的に存在する。偏肉とは、管の横断面に
おける肉厚の不均一である。偏肉のある鋼管を拡管すると、薄肉部は
厚肉部よりも加工率が大きくなって偏肉率が拡大する。これが圧潰強

度の低下をまねくのである。また、拡張加工によって厚肉部と薄肉部では周方向の膨大量に差が生じ、これが長さ方向の収縮量の差になるため、鋼管が曲がる。ケーシングやチュービングに曲がりが生じると鋼管同士の接合部であるネジ部に不均一な応力がかかり、ガスが漏洩する。

上記の理由から、埋設拡張法という新しい技術を導入する場合、拡張しても圧潰強度が低下せず、曲がりの小さい鋼管が要求される。

発明の開示

本発明の第1の目的は、抗井に挿入された状態で拡張しても圧潰強度の低下の小さい鋼管を提供することにある。より具体的には、拡張後の油井管の実測圧潰強度(C1)が、偏肉のない管の拡張後の圧潰強度(C0)を1としたとき、0.8以上となるような、即ち、 $C1/C2 \geq 0.8$ となるような鋼管を提供することにある。

本発明の第2の目的は、抗井に挿入された状態で拡張しても曲がりの小さい鋼管を提供することにある。

本発明の第3の目的は、上記の鋼管を用いる油井管の埋設方法を提供することにある。

本発明者らは、鋼管を埋設して拡張した場合に圧潰強度が低下する原因および曲がりが生じる原因を調査した結果、以下の知見を得た。

a) 偏肉のある鋼管を拡張すると、偏肉が一層拡大する。この偏肉の拡大が圧潰強度の低下の原因となる。この理由は、拡張により管周方向に材料が引っ張られることにより減肉化が生じ、薄肉部がさらに薄くなることにある。

b) 拡張前の偏肉率 E0 が下記の式①を満足する鋼管であれば、拡張後の圧潰強度の低下は問題とならない。

$$E0 \leq 30 / (1 + 0.018 \alpha) \quad \cdots \textcircled{1}$$

この式①の α は管の拡管率(%)で、下記の式②で計算される。

$$\alpha = [(\text{拡管後の管の内径} - \text{拡管前の管の内径}) / \text{拡管前の管の内径}] \times 100 \quad \dots \textcircled{2}$$

E0は拡管前の偏肉率(%)で下記の式③で計算される。

5 $E0 = [(\text{拡管前の管の最大肉厚} - \text{拡管前の管の最小肉厚}) / \text{拡管前の管の平均肉厚}] \times 100 \quad \dots \textcircled{3}$

なお、拡管後の偏肉率 E1(%)は、下記の式④で計算される。

$$E1 = [(\text{拡管後の管の最大肉厚} - \text{拡管後の管の最小肉厚}) / \text{拡管後の管の平均肉厚}] \times 100 \quad \dots \textcircled{4}$$

- 10 c) 拡管加工を行うと、元々存在していた管の偏肉により、鋼管に曲がりが生じる。拡管により管が周方向に引っ張られると薄肉部は厚肉部よりも周方向により大きく伸び、そのために長さが厚肉部よりも大きく減少する。これが、管の曲がりが発生する原因である。この拡管による管の曲がりを小さくするためには、管の単純な偏肉率ではなく、
- 15 後述する偏芯偏肉を小さくすることが重要である。

本発明は、上記の知見に基づいてなされたもので、その要旨は下記(1)および(2)の鋼管、ならびに(3)の鋼管の埋設方法にある。

(1) 抗井内に挿入された状態で拡管される鋼管であって、拡管前の偏肉率 E0 (%) が下記の①式を満たすことを特徴とする鋼管。

20 $E0 \leq 30 / (1 + 0.018 \alpha) \quad \dots \textcircled{1}$

ただし、 α は前記の②式で算出される拡管率(%)である。

(2) 抗井内に挿入された状態で拡管される鋼管であって、偏芯偏肉率が10%以下であることを特徴とする鋼管。

25 上記(1)または(2)の鋼管は、下記(a)、(b)または(c)の化学組成の鋼管であることが望ましい。以下、成分含有量に関する%は質量%である。

(a) C : 0.1 ~ 0.45%、Si : 0.1 ~ 1.5%、Mn : 0.1 ~ 3%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、sol.Al : 0.05%以下、N : 0.01%以下、Ca : 0 ~ 0.005 %、残

部が Fe および不純物からなる鋼管。

(b) C : 0.1 ~ 0.45%、Si : 0.1 ~ 1.5%、Mn : 0.1 ~ 3%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、sol.Al : 0.05%以下、N : 0.01%以下、Ca : 0 ~ 0.005 %、ならびに Cr : 0.2 ~ 1.5%、Mo : 0.1 ~ 0.8%および V : 0.005 ~ 0.2%のうちの 1 種または 2 種以上、残部が Fe および不純物からなる鋼管。

(c) Fe の一部に代えて、Ti : 0.005 ~ 0.05%および Nb : 0.005 ~ 0.1%の一方または両方を含有する上記(a)または(b)の鋼管。

(3) 掘削した抗井内に鋼管を埋設し、埋設した鋼管の先端部の地下をさらに掘削し抗井を深くし、埋設した鋼管内にその内径よりも小さい外径の鋼管を挿入して深くした抗井内に埋設し、その鋼管を管内に挿入した工具により拡張して直径を大きくし、さらに拡張した鋼管の先端部の地下を掘削して抗井をより深くし、拡張した鋼管内にその内径よりも小さい外径の鋼管を挿入してより深くした抗井に埋設して拡張することを繰り返し行い、順次より直径の小さい鋼管を埋設する方法において、拡張する鋼管として、上記(1)または(2)の鋼管を用いる油井用鋼管の埋設方法。

1. 圧潰強度の低下防止

図 7 は、偏肉率を説明するための図で、図 7 の(a)は油井管の側面図、図 7 の(b)は横断面図である。図 7 の(a)および(b)に示すように、管の長手方向の或る位置の横断面を 22.5 度の間隔で 16 等分し、各位置における管の肉厚を超音波法等により測定する。その測定結果から、その横断面の最大肉厚、最小肉厚および平均肉厚をそれぞれ求め、下記の式⑤によって偏肉率(%)を算出する。

$$\text{偏肉率 (\%)} = [(\text{最大肉厚} - \text{最小肉厚}) / \text{平均肉厚}] \times 100 \quad \cdots \textcircled{5}$$

前記の E0 および E1 はそれぞれ拡張前の鋼管および拡張後の鋼管について式⑤によって求めた拡張率である。図 7 の(a)に示すように、1 本の管の管端から長手方向に 500mm 間隔で 10 ケ所の横断面について上

記の偏肉率を求め、その中の最大の偏肉率をその管の偏肉率とする。

前記の式①は、以下に示す実験により求めたものである。

質量%で、C : 0.24%、Si : 0.31%、Mn : 1.35%、P : 0.011%以下、S : 0.003%、
sol.Al : 0.035%以下、N : 0.006%を含有し、残部が Fe および不純物から
5 なる化学組成を有し、外径 139.7mm、肉厚 10.5mm、長さ 10m の継目無
鋼管（API-L80 グレード相当品）を用いて拡張試験を行った。

各油井管を試験機によるプラグ引き抜きにより拡張した。拡張率は
素管内径の拡大率にして 10 %、20 %および 30%の 3 種とした。

拡張前および拡張後に超音波測定器（UST）によって管の肉厚分布
10 を測定し、測定した肉厚から偏肉率を求めた。次いで、拡張加工後の
油井管の圧潰強度を測定した。圧潰強度（PSI）は、API 規格の RP37 に
準じて測定した。

図 5 は、拡張前の偏肉率と拡張後の偏肉率の関係を示す。図 5 から
拡張前の管の偏肉率よりも拡張後の偏肉率の方が大きいことが分かる。
15 また、拡張後の管の偏肉率は拡張前の管の偏肉率に対してほぼ比例関
係にあり、その比例係数は拡張率によって異なることが分かる。各拡
管率における E1 と E0 の関係（図 5 中の実線）を一つの式で表すと、
下記の式⑥となる。

$$E1 = (1 + 0.018 \alpha) E0 \quad \cdots \textcircled{6}$$

20 ただし、E0 は拡張前の管の偏肉率(%)、E1 は拡張後の管の偏肉率(%)、
 α は管の拡張率(%)である。この式⑥により拡張後の管の偏肉率は拡張
前に予測することができる。

図 6 に上記の試験によって得られた「実測圧潰強度／計算で求めた
拡張後の偏肉のない管の圧潰強度」と、拡張後の偏肉率との関係を示
25 す。計算で求めた拡張後の偏肉のない管の圧潰強度（C0）とは、次の
式⑦により求めた計算値である。

$$C0 = 2 \sigma_y \left[\{(D/t)-1\} / (D/t)^2 \right] \left[1 + \{1.47 / (D/t)-1\} \right] \quad \cdots \textcircled{7}$$

式⑦の σ_y は管の周方向降伏強度（単位：MPa）、 D は拡管後の管の外径（単位：mm）、 t は拡管後の管の肉厚（単位 mm）である。なお、式⑦については、塑性と加工、第 30 巻、第 338 号(1989)、第 385 ～ 390 頁に説明されている。

5 図 6 から明らかなように、拡管率が 10 % および 20 % の場合、拡管後の管の偏肉率が 30%以上になると、圧潰強度は著しく低下し、偏肉のない管の圧潰強度に比して 2 割以上低下する。また、拡管率が 30% の場合、拡管後の偏肉率が 25%以上になると、圧潰強度は偏肉のない鋼管の圧潰強度に比して 2 割以上低下する。

10 上記のように圧潰強度が低下する理由は、拡管により大きくなった偏肉率が 25 ～ 30%を超えると、管の真円度も著しく悪くなり、この偏肉と真円度悪化の相乗効果が圧潰強度に悪影響を与えることにある。また 30%以上という高拡管率で拡管を行った場合は、拡管後の偏肉率が 10%を超えると、圧潰強度の低下が大きくなる。しかし、「実測圧潰強度／偏肉のない管の圧潰強度」を 0.80 以上に保つには、拡管後の偏肉率を 30%以下にすればよい。

前記のとおり、拡管後の管の偏肉率 $E1$ は式⑥で予測することができる。従って、この $E1$ を 30 % 以下にする条件は、下記の式⑧を満たすことである。

20
$$E1 = (1 + 0.018 \alpha) E0 \leq 30 \quad \cdots \textcircled{8}$$

上記の式⑧から、次の式①が得られる。

$$E0 \leq 30 / (1 + 0.018 \alpha) \quad \cdots \textcircled{1}$$

図 6 から明らかなように、 $E1$ の値は小さいほど望ましい。従って、 $E0$ は、下記の式①-1 を満たすのが好ましく、下記の式①-2 を満たすのがさらに好ましい。

25
$$E0 \leq 25 / (1 + 0.018 \alpha) \quad \cdots \textcircled{1-1}$$

$$E0 \leq 10 / (1 + 0.018 \alpha) \quad \cdots \textcircled{1-2}$$

2. 拡管による管の曲がりの防止

鋼管の偏肉と拡管後の曲がりの関係を詳細に調査するため、拡管前の鋼管の偏肉の形態に着目した。鋼管は、様々な工程で製造されるものであるため、それぞれの工程で種々の偏肉が生じる。図8の(b)に例示するように、360度周期の偏肉（1次偏肉という）以外にも180度周期の偏肉（2次偏肉という）、120度周期の偏肉（3次偏肉という）、90度周期の偏肉（4次偏肉という）、および60度周期の偏肉（6次偏肉という）の偏肉がある。これらの偏肉は、正弦波の関数で数式的に表すことができる。

図8の(a)に示すように、鋼管の実際の断面形状は上記の種々の偏肉が重なったものである。即ち、鋼管の実際の偏肉は、正弦波で表される各次元の偏肉を足し合わせたものである。従って、例えばk次の偏肉量を取り出すには、管断面の肉厚を一定間隔で測定して、その肉厚プロファイルを下記の式⑨に従ってフーリエ変換すればよい。ここでk次偏肉量は、k次偏肉成分における最大肉厚とk次偏肉成分における最小肉厚の差と定義する。

$$k \text{ 次偏肉量 } G(k) = 4\sqrt{R^2(k) + I^2(k)} \quad \cdots \textcircled{9}$$

$$R(k) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{WT(i) \cdot \cos(2\pi / N \cdot k \cdot (i-1))\}$$

$$I(k) = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{WT(i) \cdot \sin(2\pi / N \cdot k \cdot (i-1))\}$$

ここでNは管断面の肉厚測定点数、WT(i)は測定された肉厚プロフィールで、 $i=1, 2, \dots, N$ である。

後述の[実施例2]で説明するように、鋼管の偏肉率と拡管によって生じる曲がりとの関係を調べた。そのとき、拡管前の鋼管の偏肉をそれぞれの次元の偏肉に分離して、それぞれの偏肉率が拡管後の曲がりに及ぼす影響を確認した。その結果、図9、10および11に示すような

関係が確認された。これらの図は、拡管前の鋼管の偏芯偏肉率と拡管後の鋼管の「1/曲率半径」で表した曲がり量との関係を示している。図10と図11から明らかなように、鋼管に元々存在していた偏肉の中でも2次以上の偏肉は拡管による鋼管の曲がりにも及ぼす影響が小さい。一方、図9に示すように、図8の(b)に示した偏芯偏肉、即ち、1次偏肉が最も拡管加工後の曲がりを助長する。

鋼管の偏芯偏肉（1次偏肉）は、鋼管の製造工程において、例えば穿孔機などでの圧延における穿孔工具であるプラグが円柱形鋳片の中心からはずれた位置に当てられて穿孔が行われたとき生じる。即ち、偏芯偏肉は、薄肉部と厚肉部がそれぞれ360度周期で存在するような偏肉である。従って、偏芯偏肉率（%）は次の式⑩で定義できる。

$$\text{偏芯偏肉率} = \{(\text{偏芯偏肉成分における最大肉厚} - \text{偏芯偏肉成分における最小肉厚}) / \text{平均肉厚}\} \times 100 \quad \cdots \text{⑩}$$

図9に示すように、偏芯偏肉率が大きければ大きいほど「1/曲率半径」が大きくなる。即ち、曲がりが大きくなる。油井管として使用する場合、ネジ部の信頼性を確保するために「1/曲率半径」は0.00015以下であることが必要であり、0.0001以下が好ましく、0.00005以下がさらに好ましい。図9から、拡管前の鋼管の偏芯偏肉率として10%以下、好ましくは8%以下、さらに好ましくは5%以下であれば、30%の拡管率で拡管しても油井管として使用できることがわかる。

以上、本発明の鋼管について、偏肉率と偏芯偏肉率とに分けて説明した。偏肉率は図8の(a)に示すような実際の管横断面の最大肉厚と最小肉厚とから求められる。一方、偏芯偏肉は図8の(b)に示す一次偏肉の偏肉率である。従って、偏肉率が前記の式①を満たすことと、偏芯偏肉率が10%以下であることのいずれか一方を満たすだけでもよい。しかし、その両方を満たせば、拡管後の鋼管は、圧潰強度が高く、しかも曲がりの少ないものとなる。

3. 鋼管の埋設方法

本発明の埋設方法は、これまでに述べた本発明の鋼管を用いて行うことを特徴とする。具体的には、下記の手順による埋設方法である。

5 1) 掘削した抗井内に鋼管を埋設し、埋設した鋼管の先端部の地下をさらに掘削し抗井を深くし、埋設した鋼管内にその内径よりも小さい外径の第2の鋼管を挿入して深くした抗井内に埋設する。

2) 第2の鋼管を管内に挿入した工具により拡管して直径を大きくし、この拡管した第2の鋼管の先端部の地下をさらに掘削して抗井をより深くし、拡管した第2の鋼管内にその内径よりも小さい外径の第3の
10 鋼管を挿入してより深くした抗井に埋設して拡管する。

3) 上記の埋設と拡管を繰り返し行い、順次より直径の小さい油井管を埋設する。

このとき、拡管する鋼管として前記の本発明の鋼管を用いるのである。拡管加工の方法としては、プラグやテーパ付きマンドレルを液圧
15 による引き上げたり、機械的に引き抜いたりする種々の方法が選択できる。

図面の簡単な説明

図1は、従来の油井掘削方法を説明する図である。

20 図2は、拡管法による油井掘削方法を説明する図である。

図3は、拡管法で埋設された油井管を示す図である。

図4は、拡管の態様を示す縦断面図である。

図5は、試験によって求めた拡管前の鋼管の偏肉率と、拡管後の鋼管の偏肉率との関係を示す図である。

25 図6は、拡管後の鋼管の偏肉率と圧潰強度の低下との関係を示す図である。

図7は、偏肉率を求めるための管の肉厚の測定位置を示す図である。

図 8 は、鋼管の偏肉の形態を説明する横断面図である。

図 9 は、拡張前の鋼管の偏芯偏肉率(1次偏肉率)と拡張後の鋼管の曲がり量との関係を示す図である。

5 図10は、拡張前の鋼管の2次偏肉率と拡張後の鋼管の曲がり量との関係を示す図である。

図11は、拡張前の鋼管の3次偏肉率と拡張後の鋼管の曲がり量との関係を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

10 以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

本発明方法において、埋設した鋼管内に、その埋設管の内径よりも小さい外径の鋼管を挿入して拡張するのは、前記のとおり、先に埋設した鋼管と後に埋設した鋼管との隙間を小さくすることにより油井管を埋設するための掘削面積を小さくするためである。

15 拡張して鋼管の直径を大きくする手段は特に限定されるものでないが、最も好ましいのは図 2 に示したように管内にテーパを設けた工具(プラグ)を挿入し、油井管の下端から油を注入して圧力を負荷し、油圧により工具を押し上げて拡張加工する手段である。その他、機械的に工具を引き抜く手段も用いることができる。

20 このとき、拡張する油井管として本発明の鋼管を使用することが重要である。そうすることによって、拡張後の鋼管の圧潰強度の低下と曲がり量が抑えられるのである。

鋼管の拡張は、ケーシングとなる鋼管のすべてに行う必要はない。1サイズまたは2サイズのケーシング用鋼管だけを拡張しても
25 油田掘削面積を減らす効果はある。すべてのサイズの鋼管を拡張するには多種類の拡張用工具の準備と拡張作業の増大を要するから、これらの所要コストを考慮して拡張すべき鋼管を限定すればよい。

本発明の鋼管は、新規の油田開発のときだけでなく、既存の油田の補修にも使用できる。即ち、ケーシングの一部が破損または腐食した場合、そのケーシングを抜き取り、代わりの鋼管を挿入して拡張することにより補修ができる。

- 5 本発明の鋼管は、鋼板の突き合わせ部分を溶接した電縫鋼管（ERW 鋼管）でもよく、ピレットから製造されたシームレス鋼管であってもよい。製管した後、焼入れ、焼戻し等の熱処理、冷間抽伸などの形状矯正を施したものでもよい。化学組成にも何ら制約はない。例えば、C-Mn 鋼や Cr-Mo 鋼のいうな低合金鋼、13Cr 鋼、高 Ni 鋼のようなフェ
- 10 ライト系、マルテンサイト系、2 相系およびオーステナイト系のステンレス鋼等であってもよい。

先に示した(a)、(b)および(c)の鋼管は、望ましい鋼管の代表例である。以下、この望ましい鋼管の各成分の作用効果と含有量について説明する。

- 15 C :

C は、鋼の強度を確保し、また十分な焼入れ性を得るために必要な元素である。これらの効果を得るためには、含有量を 0.1%以上とするのが好ましい。含有量が 0.1%未満では、必要とされる強度を得るためには低温で焼戻しする必要性が生じ、硫化物応力腐食割れ（以下 SSC と

20 記す）の感受性が大きくなるので好ましくない。一方、C の含有量が 0.45%を超えると、焼入れ時の焼割れ感受性が増大し、また靱性も劣化する。従って、C 含有量は 0.1 ～ 0.45%とするのが好ましい。より好ましい範囲は、0.15 ～ 0.3%である。

Si :

- 25 Si は、鋼の脱酸剤としての効果および、焼戻し軟化抵抗を高めて強度を上昇させる効果を有する。その含有量が 0.1%未満ではこれらの効果が十分に得られない。一方、Si の含有量が 1.5%を超えると鋼の熱間

加工性が著しく劣化する。従って、Si 含有量は 0.1 ~ 1.5%とするのが好ましい。より好ましい範囲は、0.2 ~ 1%である。

Mn :

5 Mn は、鋼の焼入れ性を増して鋼管の強度を確保するのに有効な元素である。含有量が 0.1%未満ではその効果が十分得られず、強度および靱性がともに低下する。一方、Mn の含有量が 3%を超えるとその偏析が多くなって靱性を低下させる。従って、Mn 含有量の範囲は 0.1 ~ 3%とするのが好ましい。より好ましい範囲は、0.3 ~ 1.5%である。

P :

10 P は、鋼中に不純物として含まれる元素であり、その含有量が 0.03%を超えると粒界に偏析して靱性を低下させるので、P 含有量は 0.03%以下とするのが好ましい。含有量は少なければ少ないほどよく、より好ましいのは 0.015%以下である

S :

15 S は、鋼中に不純物として含まれる元素である。Mn や Ca などの元素と硫化物系の介在物を形成し、靱性を劣化させるので、その含有量は少なければ少ないほどよい。含有量が 0.01%を超えると靱性の劣化が著しくなるから、0.01%以下とするのが好ましい。より好ましいのは、0.005%以下である。

20 sol.Al :

Al は、鋼の脱酸剤として使用される元素である。sol.Al 含有量が 0.05%を超えると脱酸効果が飽和するばかりでなく、鋼の靱性の低下を招く。従って、sol.Al の含有量は 0.05%以下とするのが好ましい。sol.Al は、実質的に含有されていなくてもよいが、上記の効果を十分に得るためには、含有量は 0.01%以上とすることが好ましい。

25 N :

N は、鋼中に不純物として含まれる元素であり、Al や Ti などの元素

と窒化物を形成する。特に、AlN や TiN が多量に析出すると鋼の靱性が劣化する。そこで、N 含有量は 0.01%以下とするのが好ましい。N 含有量は、少なければ少ないほどよく、より好ましいのは、0.008%以下である。

5 Ca :

Ca は必要により含有させる元素で、硫化物の形態を変えて靱性を向上させるのに有効である。従って、特に鋼管の靱性を重視する場合に含有させるのがよい。この効果を十分に得るには 0.001%以上を含有させるのがよい。一方、Ca 含有量が 0.005%を超えると、介在物が多量に生成し、孔食の起点となるなど耐食性の面で悪影響が現れる。従って、
10 含有させる場合の Ca 含有量の範囲は 0.001 ~ 0.005%とするのがよい。より好ましい範囲は、0.002 ~ 0.004%である。

上記の化学組成を有する油井管において、さらに強度を高めたい場合には Cr、Mo および V のうちの 1 種以上を含有させるのがよい。また、高温域における結晶粒の粗大化を防止して靱性を確保するためには Ti および Nb の 1 種以上含有させるのがよい。以下、各元素の好ましい範囲について説明する。
15

Cr、Mo および V の 1 種以上:

これらの元素は、適正量を含有させることにより、鋼の焼入れ性を向上させ、強度を上げるのに有効である。これらの効果を得るには、
20 上記元素のうちの 1 種または 2 種以上を下記に示す含有量の範囲で含有させることが好ましい。一方、含有量が適正量を超えると、これらの元素は粗大な炭化物を形成しやすく、かえって靱性や耐食性の劣化をきたすことが多い。

25 なお、Cr は、上記の効果に加えて、高温炭酸ガス環境中における腐食速度を小さくするのにも有効である。同様に、Mo は、P などの粒界偏析による脆化を抑制する効果を有し、V は、焼戻し軟化抵抗を高め

る効果も有する。

Cr : 0.2 ~ 1.5%。より好ましい範囲は 0.3 ~ 1%。

Mo : 0.1 ~ 0.8%。より好ましい範囲は 0.3 ~ 0.7%。

V : 0.005 ~ 0.2%。より好ましい範囲は 0.008 ~ 0.1%。

5 Ti および Nb:

これらの元素は、適量を含有させることにより、TiN または NbC を形成し、結晶粒の粗大化を防止して靱性を高める効果を有する元素である。結晶粒の粗大化防止の効果を得たい場合には、これらの元素のうちの 1 種または 2 種を下記に示す含有量の範囲で含有させるのがよい。一方、含有量が適正量を超えと、TiC または NbC の生成量が過剰

10 になって鋼の靱性を劣化させる。

Ti : 0.005 ~ 0.05%。より好ましい範囲は 0.009 ~ 0.03%。

Nb : 0.005 ~ 0.1%。より好ましい範囲は 0.009 ~ 0.07%。

15 実施例

[実施例 1]

表 1 に示す 4 種の化学組成の鋼を溶製し、通常のマネスマン-マンドレル製管法によって外径 139.7mm、肉厚 10.5mm、長さ 10m の継目無鋼管を製造した。その鋼管に焼入れ-焼戻しの熱処理を施して API-L80

20 グレード(降伏強度:570MPa)相当品とした。

鋼 A、鋼 B および鋼 C の鋼管の拡張前の偏肉率を UST により測定し、測定後管内にプラグを挿入し機械的に引き抜き拡張加工した。拡張率は、素管内径の拡大率にして 10 %、20 % および 30 % の 3 種とした。

図 4 は拡張加工中のプラグ周辺の断面図である。同図に示すように、素管 5 は拡張開始側の端部を固定し、プラグ 4 機械的に引き抜くこと

25 で拡張を行った。プラグ先端部のテーパの角 α は 20 度とした。拡張率は、前記の式②で求めた。図 4 の符号を用いれば、下記のようなになる。

$$\text{拡管率} = [(\text{拡管後の内径 } d1 - \text{拡管前の内径 } d0) / d0] \times 100$$

5 拡管前の鋼管と拡管後の鋼管の肉厚分布を UST によって測定した。
測定した肉厚から偏肉率を求めた。拡管加工後の鋼管の圧潰強度を API
規格の RP37 に準じて測定した。なお、肉厚分布の測定は、図 7 によっ
て説明したように、管の長手方向に 500mm ピッチで 10 ケ所の横断面
につき、それぞれ 22.5 度間隔の 16 ケ所で行った。その測定結果の中で
最大の偏肉率を表 2 に示す。表 2 中の C1 / CO は、拡管後の鋼管の実
測圧潰強度 (C1) と前記⑦式により計算で求めた偏肉のない鋼管の圧
潰強度 (CO) の比である。

10 表 2 から明らかなように、式①、即ち、 $E0 \leq 30 / (1 + 0.018 \alpha)$ を満
足している本発明例では、全ての拡管率において圧潰強度が高く、C1
/ CO が 0.8 以上であった。一方、①式を満足していない偏肉率の鋼管
を用いて拡管した比較例は、全ての拡管率で圧潰強度が低く、C1 / CO
が 0.8 未満であった。

表 1

鋼種	供 試 材 の 化 学 組 成 (質量%、残部: Feと不純物)											
	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	Cr	Mo	V	Ti	Nb
A	0.24	0.31	1.35	0.011	0.003	0.035	0.006	—	—	—	0.010	—
B	0.25	0.23	0.44	0.005	0.001	0.013	0.008	1.01	0.7	0.01	0.011	—
C	0.12	0.36	1.27	0.014	0.001	0.040	0.009	—	—	0.01	0.021	0.021
D	0.24	0.35	1.30	0.011	0.002	0.033	0.006	0.20	—	0.01	0.010	—

表 2

鋼種	拡管率 (α) %	拡管前の 偏肉率(E0) %	拡管後の 偏肉率(E1) %	$30/(1+0.018\alpha)$	実測圧潰 強度(C1) psi	$C1/C0$	備考
A	10	5.4	6.5	25.4	11200	0.98	○
	10	25.0	29.0	25.4	9500	0.82	○
	10	30.0	34.5	25.4	8800	0.76	×
	20	10.0	14.0	22.1	9150	0.91	○
	20	17.4	24.5	22.1	8750	0.87	○
	20	25.0	32.0	22.1	7700	0.77	×
	30	0.8	1.2	19.5	8100	0.95	○
	30	9.0	13.6	19.5	7250	0.85	○
B	30	23.0	34.0	19.5	6100	0.72	×
	10	0.8	1.0	25.4	12800	0.98	○
	10	13.3	16.1	25.4	12400	0.95	○
	10	32.0	38.0	25.4	9600	0.73	×
	20	6.0	9.0	22.1	10800	0.96	○
	20	20.0	26.5	22.1	9500	0.84	○
	20	26.0	36.0	22.1	8160	0.72	×
	30	12.0	18.4	19.5	9200	0.83	○
C	30	14.2	23.0	19.5	7800	0.82	○
	30	26.0	41.0	19.5	6500	0.67	×
	10	18.0	20.5	25.4	8000	0.92	○
	10	21.0	26.0	25.4	7800	0.90	○
	10	35.0	42.0	25.4	6050	0.69	×
	20	13.1	18.3	22.1	6750	0.90	○
	20	21.0	29.5	22.1	6000	0.80	○
	20	31.0	42.2	22.1	5100	0.68	×
	30	5.0	8.0	19.5	5800	0.91	○
	30	18.0	26.5	19.5	5100	0.80	○
	30	28.0	44.0	19.5	4100	0.65	×

(注) C1: 拡管後の鋼管の圧潰強度、C0: 偏肉のない鋼管の圧潰強度の計算値。
備考欄の○は本発明例、×は比較例。

〔実施例 2〕

表 1 の D 鋼を用いて、実施例 1 と同様に外径 139.7mm、肉厚 10.5mm、長さ 10m の継目無鋼管を製造し、焼入れ－焼戻しの熱処理を施して API-L80 グレード相当品とした。

- 5 拡張前の鋼管の肉厚プロファイルを UST によって確認した。肉厚プロファイルは、図 7 に示すように鋼管長手方向の 500mm 間隔で 10ヶ所の横断面を円周方向に 16 等分した測定位置で肉厚を測定して求めた。その肉厚プロファイルから偏芯偏肉（1 次偏肉）、2 次偏肉および 3 次偏肉の成分をフーリエ解析により抽出し、各成分の偏肉率を求めた。その結果を表 3 に示す。表 3 の測定 No. は管の長手方向の測定個所の番号である。

表 3

測定 No.	平均肉厚 (mm)	1 次偏肉 (偏心偏肉)		2 次偏肉		3 次偏肉	
		偏肉量 (mm)	偏肉率 (%)	偏肉量 (mm)	偏肉率 (%)	偏肉量 (mm)	偏肉率 (%)
1	10.56	0.57	5.4	0.37	3.5	0.36	3.4
2	10.58	0.42	4.0	0.03	0.3	0.36	3.4
3	10.52	0.41	3.9	0.05	0.5	0.31	2.9
4	10.51	0.32	3.0	0.15	1.4	0.33	3.1
5	10.45	0.45	4.3	0.09	0.9	0.25	2.4
6	10.43	0.33	3.2	0.07	0.7	0.28	2.7
7	10.37	0.46	4.4	0.10	0.9	0.31	2.9
8	10.44	0.50	4.8	0.12	1.1	0.33	3.1
9	10.54	0.51	4.8	0.14	1.3	0.29	2.7
10	10.43	0.48	4.6	0.08	0.8	0.29	2.7

上記の素管を用いて、実施例 1 と同じ方法で拡張を行った。拡張率は 10%、20% および 30% である。

- 25 素管の長手方向の最も偏芯偏肉率が大きかった部位（表 3 の測定 No. 1 の位置）において、拡張後の鋼管の曲がりの曲率半径を測定した。その他の部位の曲率半径も測定したが、その値が大きく、実用上障害になる曲がりではなかった。

図 9、図 10 および、図 11 に、素管の 1 次偏肉(偏芯偏肉)、2 次偏肉および 3 次偏肉の偏肉率と拡張後の鋼管の曲率半径の逆数との関係をそれぞれ示す。図 9 に示すように、偏芯偏肉率が 10% を超える素管では拡張による曲がり著しく大きい。図 10 および図 11 に示すように、
5 2 次や 3 次の偏芯していない偏肉と曲がり量との相関は小さい。これらのことから拡張後の曲がりを抑制するためには、素管の偏芯偏肉率を 10% 以下に抑えることが肝要であることがわかる。

産業上の利用可能性

10 本発明の鋼管は、拡張後にも高い圧潰強度を有する。また、拡張による曲がりも小さい。この鋼管を埋設拡張法に用いることによって、井戸掘削面積を小さくし、かつ油井管の信頼性を高めるという大きな効果が得られる。

請求の範囲

1. 抗井内に挿入された状態で拡管される鋼管であって、拡管前の偏肉率 $E0$ (%) が下記の①式を満たすことを特徴とする鋼管。

5
$$E0 \leq 30 / (1 + 0.018 \alpha) \quad \cdots \textcircled{1}$$

ただし、 α は下記の②式で算出される拡管率(%)である。

$$\alpha = [(\text{拡管後の管の内径} - \text{拡管前の管の内径}) / \text{拡管前の管の内径}] \times 100 \quad \cdots \textcircled{2}$$

- 10 2. 抗井内に挿入された状態で拡管される鋼管であって、偏芯偏肉率が10%以下であることを特徴とする鋼管。

3. 鋼管が、質量%で、C : 0.1 ~ 0.45%、Si : 0.1 ~ 1.5%、Mn : 0.1 ~ 3%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、sol.Al : 0.05%以下、N : 0.01%以下、Ca : 0 ~ 0.005 %、残部が Fe および不純物からなる鋼管である請求項 1 または 2 の鋼管。

- 15 4. 鋼管が、質量%で、C : 0.1 ~ 0.45%、Si : 0.1 ~ 1.5%、Mn : 0.1 ~ 3%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、sol.Al : 0.05%以下、N : 0.01%以下、Ca : 0 ~ 0.005 %、ならびに Cr : 0.2 ~ 1.5%、Mo : 0.1 ~ 0.8% および V : 0.005 ~ 0.2% のうちの 1 種または 2 種以上、残部が Fe および不純物からなる鋼管である請求項 1 または 2 の鋼管。

- 20 5. Fe の一部に代えて、質量%で、Ti : 0.005 ~ 0.05% および Nb : 0.005 ~ 0.1% の一方または両方を含有する請求項 3 または 4 の鋼管。

6. 掘削した抗井内に鋼管を埋設し、埋設した鋼管の先端部の地下をさらに掘削し抗井を深くし、埋設した鋼管内にその内径よりも小さい外径の鋼管を挿入して深くした抗井内に埋設し、その鋼管を管内に挿入した工具により拡管して直径を大きくし、さらに拡管した鋼管の先端部の地下を掘削して抗井をより深くし、拡管した鋼管内にその内径よりも小さい外径の鋼管を挿入してより深くした抗井に
- 25

埋設して拡張することを繰り返し行い、順次より直径の小さい鋼管を埋設する方法において、拡張する鋼管として請求項 1 から 5 までのいずれかの鋼管を用いることを特徴とする油井用鋼管の埋設方法。

図1

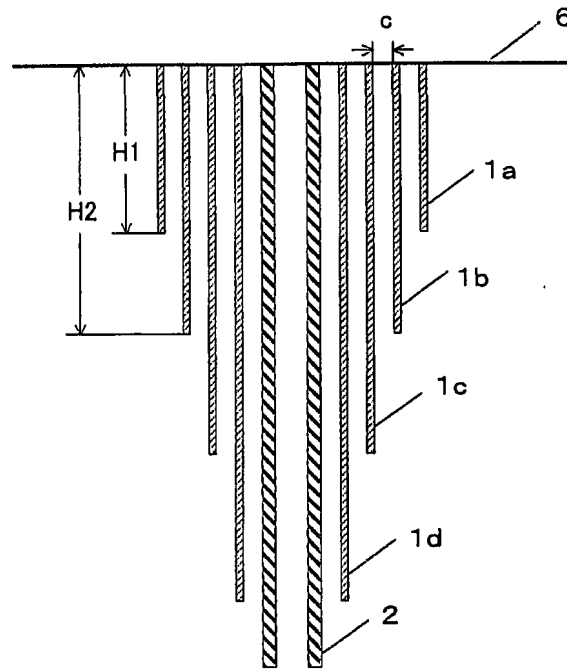


図2

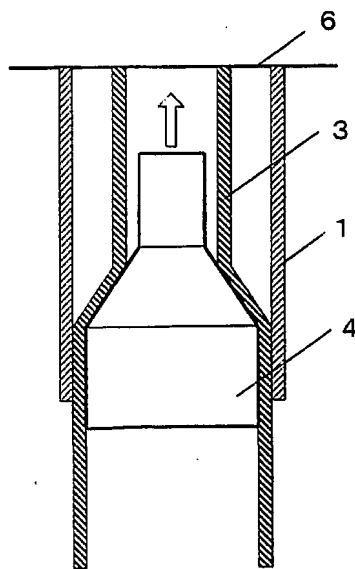


図3

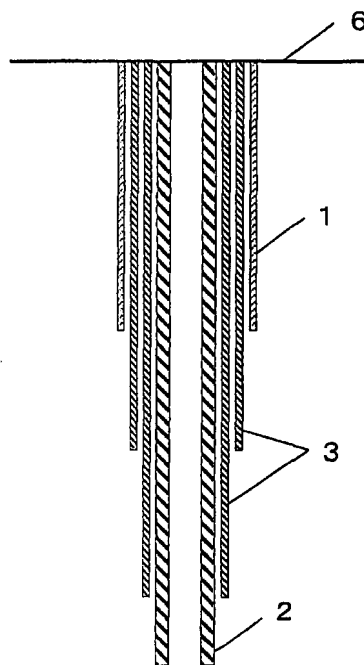


図4

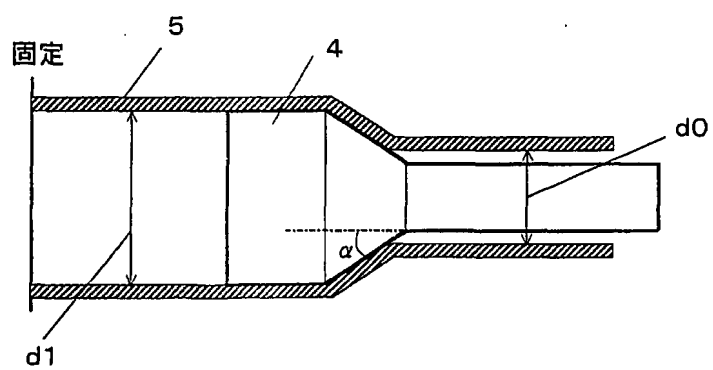
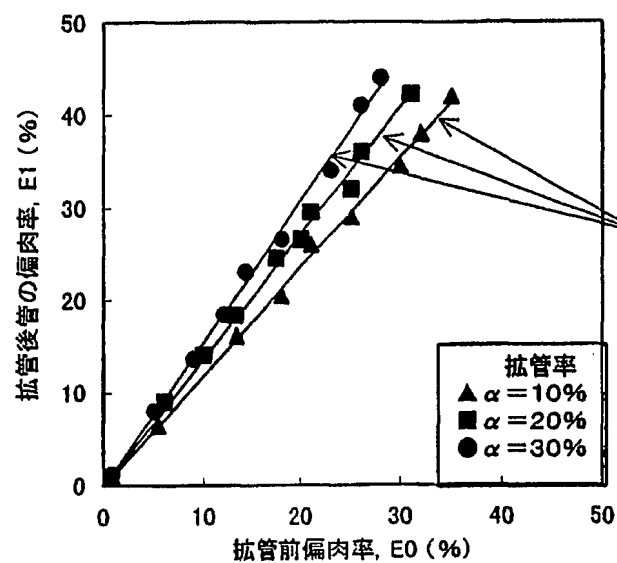


図5



実線は下式で与えられる関係を示す。
 $E_1 = (1 + 0.018\alpha)E_0$

図6

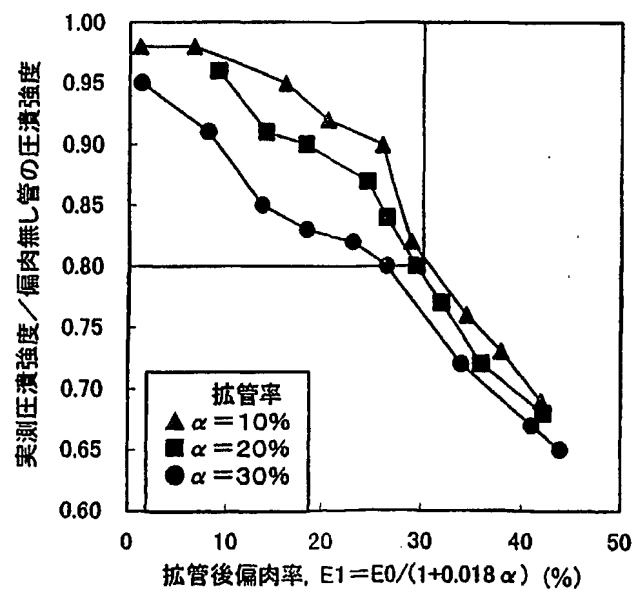


図7

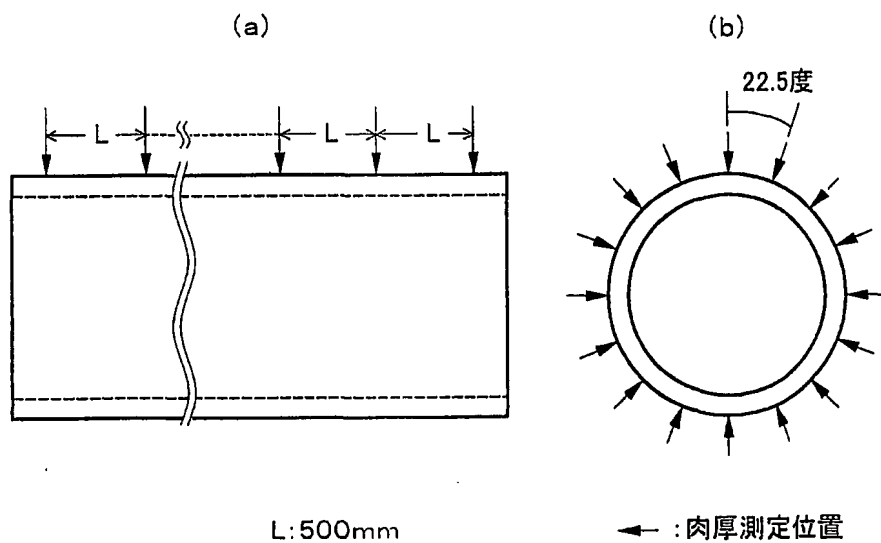


図8

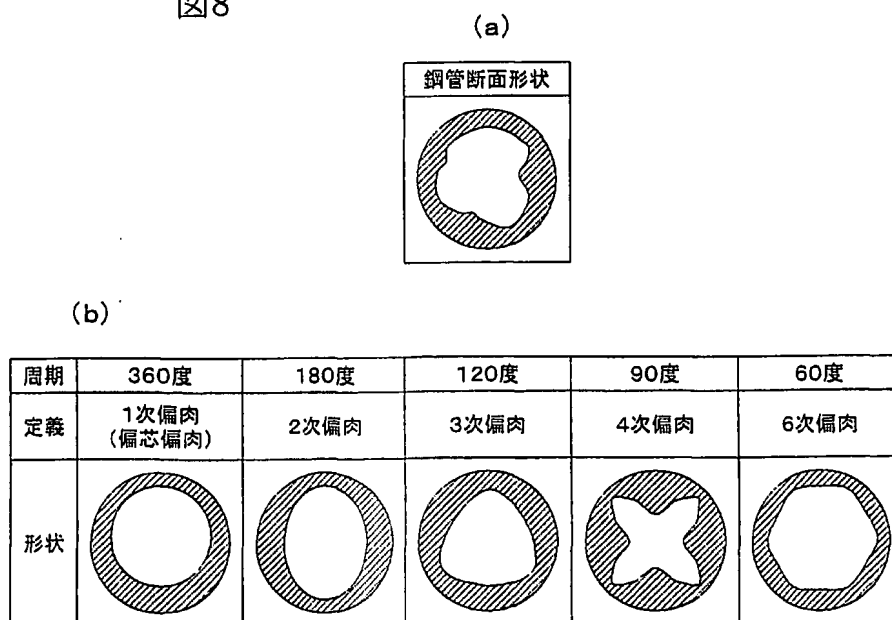


図9

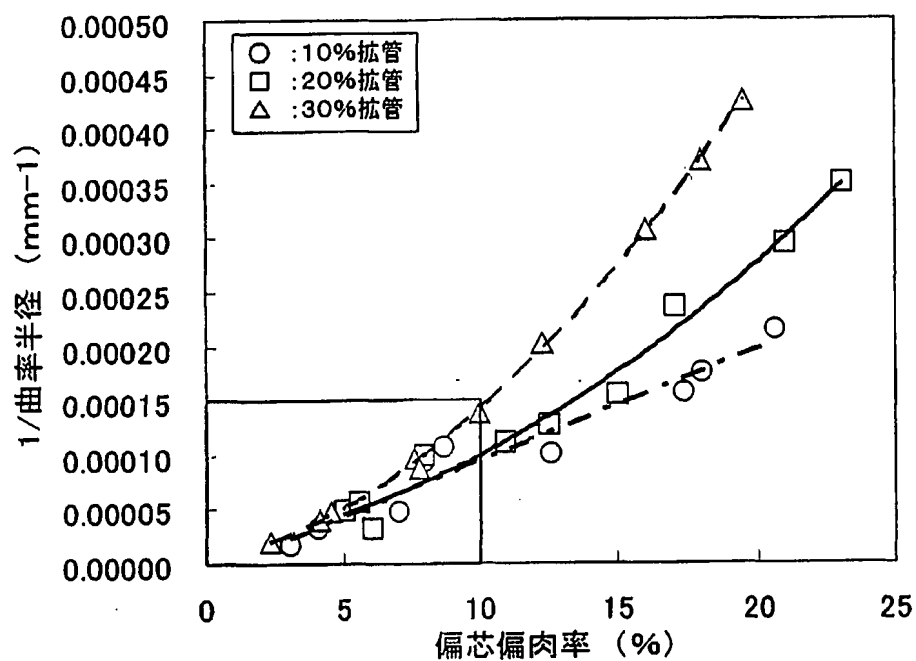


図10

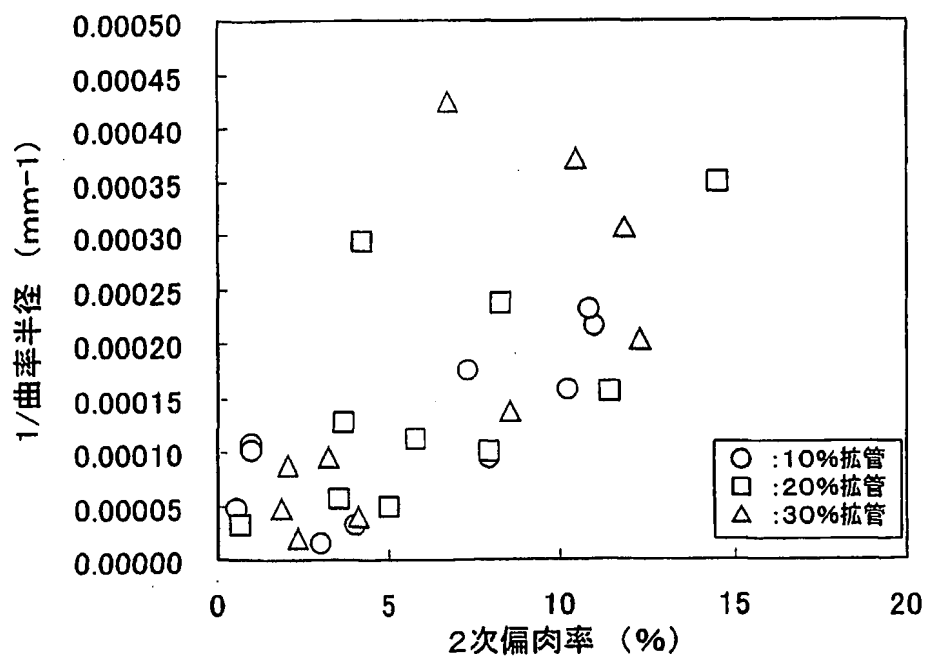
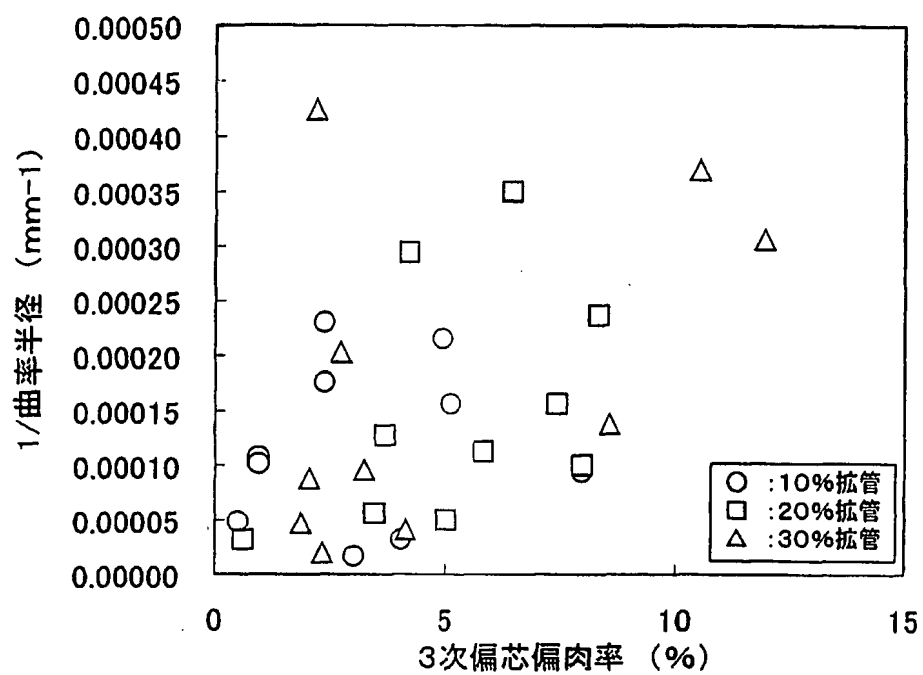


図11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/02261

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ E21B43/10, 7/20, B21B39/20, C22C38/00, 301, C22C38/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ E21B43/10, 7/20, B21B39/20, C22C38/00, 301, C22C38/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99/55999 A (Shell Internationale Research Maatschappij B. V.), 04 November, 1999 (04.11.99), Full text; all drawings & JP 2002-513119 A	1-6
Y	WO 99/35368 A (Shell Internationale Research Maatschappij B. V.), 15 July, 1999 (15.07.99), Full text; all drawings & JP 2002-500306 A	6
Y	WO 93/25799 A (Shell Canada Ltd.), 23 December, 1993 (23.12.93), Full text; all drawings & JP 7-507610 A	6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 June, 2002 (04.06.02)

Date of mailing of the international search report
25 June, 2002 (25.06.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ E21B43/10, 7/20, B21B39/20, C22C38/00, 301 C22C38/28		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ E21B43/10, 7/20, B21B39/20, C22C38/00, 301 C22C38/28		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2002年 日本国登録実用新案公報 1994-2002年 日本国実用新案登録公報 1996-2002年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 99/55999 A (SHELL INTERNATIONAL RESEARCH MAATSCHAPPIJ B. V.) 1999. 11. 04, 全文, 全図 & JP 2002-513119 A	1-6
Y	WO 99/35368 A (SHELL INTERNATIONAL RESEARCH MAATSCHAPPIJ B. V.) 1999. 07. 15, 全文, 全図 & JP 2002-500306 A	6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 04.06.02	国際調査報告の発送日 25.06.02	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 深田 高義 電話番号 03-3581-1101 内線 3240	2D 9416 印

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 93/25799 A (SHELL CANADA L IMITED) 1993. 12. 23, 全文, 全図 & JP 7 -507610 A	6